

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **86112410.5**

(51) Int. Cl.⁴: **B01D 53/18**, F28F 25/08,
F28D 3/00, F28D 5/02

(22) Anmeldetag: **08.09.86**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.88 Patentblatt 88/13

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **ENERGIAGAZDALKODASI INTEZET**
33, Bem-rakpart
H-1027 Budapest II(HU)

Anmelder: **HUNGARIA**
MUANYAGFELDOLGOZO VALLALAT
Nagytetenyi ut 216/218
H-1225 Budapest XXII(HU)

(72) Erfinder: **Arató, Emilia, Dipl.-Ing.**
Zápor u. 16/b.
H-1034 Budapest(HU)
Erfinder: **Harmatha, András, Dr. Dipl.-Ing.**
Felső Zöldmáli 88
H-1025 Budapest(HU)
Erfinder: **Palotás, Tibor, Dipl.-Ing.**
Gerő u. 26.
H-9700 Szombathely(HU)
Erfinder: **Szabó, Ede, Dipl.-Ing.**
Mártirok tere 2
H-9700 Szombathely(HU)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Viering & Jentschura**
Steinsdorfstrasse 6
D-8000 München 22(DE)

(54) **Vorrichtung zum Wärme- und Stofftransport zwischen einer Flüssigkeit und einem Dampf-Gas-Gemisch.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Wärme- und Stofftransport zwischen einer Flüssigkeit und einem Dampf-Gas-Gemisch, zur Erhöhung der Grenzflächen der beiden Phasen, mit einer Vielzahl von die Flüssigkeitsphase auf festen Flächen in Flüssigkeitsfilme abbauenden filmbildenden Elementen (1, 3). Die filmbildenden Elemente (1, 3) bestehen aus zwei Teilen, nämlich einerseits aus vertikal oder nahezu vertikal angeordneten filmstabilisierenden Elementen (1), von denen nahezu senkrecht achsensymmetrische und aus der Hauptrichtung (4) des Flüssigkeitsstromes gesehen im wesentlichen in Keilform beginnende, dann auch unten konvex oder konkav oder regelmäßig gekrümmt, im Grenzfall durch eine Gerade abgeschlossene impulsbildende

Elemente (2) abstehen, und andererseits aus einem am oberen Rand der filmstabilisierenden Elemente (1) angeschlossenen Kopfteil (3) bestehen, der im Vertikalschnitt aus der Hauptrichtung (4) des Flüssigkeitsstromes gesehen mit einem konstant oder gleichmäßig zunehmend gekrümmten konvexem Bogen beginnt und sich bis zu dem filmstabilisierenden Element (1) hin keilförmig fortsetzt.

EP 0 261 251 A1

Vorrichtung zum Wärme-und Stofftransport zwischen einer Flüssigkeit und einem Dampf-Gas-Gemisch

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zustandebringen eines intensiven Wärme-und Stofftransportes zwischen einer Flüssigkeit und einem Dampf-Gas-Gemisch. Eine der Grundbedingungen zum Zustandebringen eines intensiven Wärme-und Stofftransportes zwischen Flüssigkeit und Gas, Flüssigkeit und Dampf, eventuell Flüssigkeit und Gas-Dampf-Gemisch ist, daß eine möglichst große Phasengrenzfläche zwischen den beiden Phasen zustandegebracht wird.

Nach einer möglichen und in der Praxis verbreiteten Methode der Ausbildung dieser großen Phasengrenzfläche wird die Flüssigkeitsphase in auf einer festen Fläche strömende dünne Flüssigkeitsfilme abgebaut. Die andere Phase berührt den auf Wirkung der Gravitation nach unten strömenden Flüssigkeitsfilm, wobei der entsprechende Transportvorgang auf Wirkung der Treibkraft zwischen den beiden Phasen erfolgt. Diese erwähnte Treibkraft kann ein Temperaturunterschied, ein Konzentrationsunterschied, ein chemischer Affinitätsunterschied oder jedwelche Kombination derselben sein.

Das gemeinsame Merkmal der praktischen Methoden besteht darin, daß die Flüssigkeitsphase erst zu Topfen oder Flüssigkeitsstrahlen abgebaut, dann die Tropfen bzw. die Flüssigkeitsstrahlen auf entsprechend ausgebildete feste Oberflächen - filmbildende Elemente - gebracht werden, wo der Flüssigkeitsfilm entsteht.

Im Falle von großen Volumenströmen werden aus verschiedenen vertikalen oder schrägen Platten bestehende filmbildende Elemente infolge ihres geringen Druckabfalls verbreitet verwendet. Das am Transportvorgang teilnehmende andere Medium strömt zwischen den filmbildenden Elementen. Diese Lösung hat trotz des einfachen Aufbaus und geringen Druckabfalls mehrere Nachteile. Im Falle von besonders großen Volumenströmen kann die gleichmäßige Flüssigkeitsbelastung an den filmbildenden Elementen nicht sichergestellt werden; daher fällt ein Teil der ausgebildeten Tropfen bzw. Flüssigkeitsstrahlen ohne Berührung der filmbildenden Elemente zwischen diesen Elementen hindurch. Ein weiteres Problem besteht darin, daß infolge der kontraktiven Wirkung der Oberflächenspannung kein stabiler Flüssigkeitsfilm an den filmbildenden Elementen entsteht. Alle die Wirkungen beeinflussen nachteilig die Geschwindigkeit des Transportvorganges.

Zum Auffangen der frei durchfallenden Tropfen bzw. Flüssigkeitsstrahlen wurden mit verschiedenen Wellungen, Biegungen versehene filmbildende Elemente ausgebildet. Durch Befestigung oder Aneinanderordnung dieser filmbildenden Ele-

mente entstehen vertikale, schräge oder zickzacklinige Kanalsysteme. Diese filmbildenden Elemente fangen die Flüssigkeitstropfen oft wirkungsvoll auf, haben aber in der Regel einen übermäßig großen Druckabfall. Ein weiterer Nachteil der ein Kanalsystem bildenden filmbildenden Elemente besteht darin, daß die beginnende ungleichmäßige Flüssigkeitsbelastung sich nicht ausgleichen kann.

Zur Erhöhung der Stabilität des Flüssigkeitsfilms werden die filmbildenden Elemente häufig mit Falten, Mikrowellungen und Aufrauhungen versehen. Diese Flächenausbildungen funktionieren unter Laborbedingungen einwandfrei, aber in der Massenproduktion sind große Teile der derart ausgebildeten Platten aus herstellungstechnologischen Gründen (infolge Walzen, Pressen entstandene abgerundete Muster usw.) unwirksam.

Das erfindungsgemäß ausgebildete filmbildende Element soll die obigen Nachteile beseitigen.

Das erfindungsgemäße filmbildende Element besteht aus zwei Hauptteilen: aus einem Kopfteil und aus einem am Kopfteil angeschlossenen filmstabilisierenden Element.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zustandebringen eines intensiven Wärme-und Stofftransportes zwischen einer Flüssigkeit und einem Gas-Dampf-Gemisch, zur Erhöhung der Grenzflächen der beiden Phasen und weist eine Vielzahl von die Flüssigkeitsphase auf fester Oberfläche in Flüssigkeitsfilme abbauenden filmbildenden Elementen auf.

Das Wesen der Erfindung besteht insbesondere darin, daß die filmbildenden Elemente aus zwei Teilen bestehen; nämlich einerseits aus vertikal oder nahezu vertikal angeordneten filmstabilisierenden Elementen und von den Grundflächen der erwähnten filmstabilisierenden Elemente nahezu senkrecht abstehenden, achsensymmetrischen und aus der Hauptrichtung des Flüssigkeitsstromes gesehen im wesentlichen keilförmig beginnenden und dann nach unten keilförmig vor-oder einspringend oder regelmäßig konvex oder konkav, im Grenzfall durch eine Gerade abgeschlossenen impulsbildenden Elementen, und andererseits aus einem am oberen Rand der filmstabilisierenden Elemente angeschlossenen Kopfteil, und daß der zur Grundfläche senkrechte Schnitt des Kopfteles aus der Hauptrichtung des Flüssigkeitsstromes gesehen mit einem konstant oder gleichmäßig zunehmend gekrümmten konvexen Bogen beginnt, der sich dann bis zu dem filmstabilisierenden Element keilförmig fortsetzt.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entspricht die maximale Dicke des Kopfteles nahezu dem Abstand zwischen den filmbildenden Elementen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die nebeneinander angeordneten filmbildenden Elemente abwechselnd in der vertikalen Abmessung des Kopfteles entsprechenden Abständen vertikal gegeneinander versetzt angeordnet.

Nach einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der am filmstabilisierenden Element angeschlossene, keilförmige Teil des Kopfteles gerinfügig konvex oder konkav ausgebildet.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die filmbildenden Elemente mit ihren Kopfteilen gemeinsam aus zwei gleichförmigen, aber nur an ihrer Seite mit impulsbildenden Elementen versehenen, mit ihren Rückseiten einander zugewandten Teilen zusammengebaut und in diesem aus zwei Teilen zusammengebauten filmstabilisierenden Element sind für Flüssigkeits- oder Dampfströmung geeignete Kanäle ausgebildet.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das filmbildende Element ein mit mechanischen und/oder thermischen Mitteln ausbildbarer steifer dünnwandiger Hohlkörper.

Die aus der Grundfläche des filmstabilisierenden Elements nahezu senkrecht abstehenden impulsbildenden Elemente spalten den strömenden Flüssigkeitsfilm bei entsprechender Ausbildung und der Flüssigkeitsfilm erhält dadurch einen seitlichen Strömungsimpuls. Durch diesen Impuls entsteht am Flüssigkeitsfilm eine sich in "V"-Form nach unten öffnende Wellenfront. Durch die entstehende Wellenfront werden die leicht wellige Filmfläche gebrochen und die Flüssigkeit an der Oberfläche verbreitet. Diese verbreitende Wirkung ist bei entsprechender Ausbildung größer als die kontraktive Wirkung der Oberflächenspannung. Die von den nebeneinander angeordneten impulsbildenden Elementen beginnenden Wellenfronten stoßen aneinander. In den Auftreffpunkten oder in derer unmittelbaren Nähe ist die nächste impulsbildende Elementenreihe angeordnet.

Die impulsbildenden Elemente sind - abhängig von ihrer Ausbildung - auch zum Korrigieren der Ungleichmäßigkeiten der beginnenden Flüssigkeitsteilung geeignet. Es handelt sich nämlich darum, daß bei den künstlich gebildeten Wellenfronten, wenn Wellenfronten mit unterschiedlichem Impuls zusammentreffen, sich der Auftreffpunkt der beiden Wellenfronten gegen die Wellenfront mit dem kleinerem Impuls verschiebt.

Der Auftreffpunkt fällt also nicht auf die Spitze des nächstens impulsbildenden Elements; deshalb strömt ein Teil des Flüssigkeitsstromes größeren Impulses in den Flüssigkeitsstrom kleineren Impulses über. Der Ausgleich ist dadurch selbstregelnd.

Am oberen Rand des filmstabilisierenden Elements ist der Kopfteil angeschlossen, welcher aus der Grundfläche des filmstabilisierenden Elements vorsteht und die dem Strömen der anderen Phase dienenden Kanäle zwischen den filmstabilisierenden Elementen teilweise oder vollständig abschirmt. Wegen der Abschirmung können die eventuell frei fallenden Flüssigkeitstropfen bzw. Flüssigkeitsstrahlen kaum oder überhaupt nicht ohne Berührung der filmbildenden Elemente durch die Spalte zwischen den filmbildenden Elementen hindurchfallen.

Ein weiterer Vorteil der Ausbildung des Kopfteles besteht darin, daß die auf diesen auftreffenden Flüssigkeitstropfen nicht auf eine vertikale, sondern auf eine schräge bzw. konvexe Fläche fallen; deshalb ist der Stoßimpuls genügend groß und die Flüssigkeitstropfen vertikalen sich wesentlich besser an den filmbildenden Elementen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die aus der Zeichnung ersichtlich sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen filmbildenden Vorrichtung in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 bis 6 einige Ausführungsformen der erfindungsgemäßen impulsbildenden Elemente in Vorderansicht und

Fig. 7 eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen filmbildenden Vorrichtung in perspektivischer Ansicht.

In Fig. 1 ist eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen, aus filmbildenden Elementen bestehenden Vorrichtung schematisch dargestellt. Durch ein filmstabilisierendes Element 1 wird eine derart vertikale ebene, nicht durchbrochende Fläche gebildet, von welcher impulsbildende Elemente 2 nahezu senkrecht abstehen. Am oberen nahezu horizontalen Rand des filmstabilisierenden Elements 1 ist ein Kopfteil 3 angeschlossen. Die impulsbildenden Elemente 2 sind aus der Richtung 4 des Flüssigkeitsstromes gesehen achsensymmetrisch und keilförmig; auch ihr unterer Abschlußteil kann in Keilform ausgebildet sein, wodurch die oberen Keilform zu einem nach unten vor- oder einspringenden achsensymmetrischen Viereck (siehe Fig. 2 und 3) oder zu einer unten regelmäßig gekrümmten, nach außen konvexen oder konkaven Fläche (siehe Fig. 4 und 5) ergänzt wird. Im Grenzfall kann der unter Abschluß auch eine Gerade (siehe Fig. 6) sein.

Die maximale Breite der erwähnten impulsbildenden Elemente 2 hat eine mit der üblichen Teilung der Abmessung der filmbildenden Elemente vergleichbare Größe, ist der vorzugsweise kleiner, genauer gesagt: ihre horizontale Teilung an dem filmstabilisierenden Element 1 kann sich von anderthalb bis viermal der maximalen Breite erstrecken. Die vertikale Teilung ist durch die Schnittpunkte des durch die Tangenten des oberen keilförmigen Teiles gebildeten Netzes bestimmt. bzw. können diese davon um 30 % nach oben oder unten abweichen.

Der Kopfteil 3 ist ebenfalls achsensymmetrisch ausgebildet und aus der Hauptrichtung 4 des Flüssigkeitsstromes gesehen in seinem zur Grundfläche des filmstabilisierenden Elements 1 senkrechten Schnitt eine zunehmend steiler werdende konvexe Kurve, an welcher sich nach unten eine nahezu keilförmiger Abschlußteil tangential anschließt. Die Querschnittskontur des Abschlußteils kann gerade oder geringfügig konvex oder eventuell konkav sein. Die Querschnittsbreite des Kopfteils 3 ist vorzugsweise gleich dem üblichen Teilungsabstand der filmbildenden Elemente bzw. kann geringfügig größer oder kleiner sein.

In Fig. 7 ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsmäßigen filmbildenden Elements 1 schematisch dargestellt, welches von der Ausführungsform aus Fig. 1 darin abweicht, daß das filmbildende Element 1 aus zwei parallelen Platten besteht und zwischen den Platten bzw. im Kopfteil 3 mithilfe von Rippen oder dgl. für das Strömen eines dritten Mediums geeignete Kanäle 5 ausgebildet sind. Durch die Kanäle 5 ist das erfindungsgemäße filmbildende Element für das Zustandbringen von Vermischungs-, Lösungs- bzw. chemischen Vorgängen zwischen Flüssigkeits- und Gas- bzw. Flüssigkeits- und Dampfphasen geeignet. Die Vermischungs- bzw. Reaktionswärme wird durch das in die Kanäle 5 geleitete Medium ab- bzw. zugeleitet. Die im filmbildenden Element 1 angeordneten Kanäle 5 können von in der Wärmetechnik üblicher, im übrigen beliebiger Anordnung sein (gleich-, gegen-, kreuzströmend oder deren jeweilige Kombination).

Bei den gezeigten Ausführungsform sind mehrere filmbildende Platten 1 im Abstand voneinander angeordnet und entsprechend den Fig. 1 und 7 abwechselnd mit ihren Kopfteilen 3 in Vertikalrichtung gegeneinander versetzt.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Zustandbringen eines intensiven Wärme- und Stofftransports zwischen einer Flüssigkeit und einem Gas-Dampf-Gemisch, zur

Erhöhung der Grenzflächen der beiden Phasen, mit einer Vielzahl von die Flüssigkeitsphase auf festen Oberflächen in Flüssigkeitsfilme aufteilenden filmbildenden Elementen (1, 3), dadurch gekennzeichnet, daß die filmbildenden Elemente (1, 3) aus zwei Teilen bestehen, nämlich einerseits aus vertikal oder nahezu vertikal angeordneten filmstabilisierenden Elementen (1), an deren Grundflächen nahezu senkrecht abstehende achsensymmetrische und aus der Hauptrichtung (4) des Flüssigkeitsstromes gesehen im wesentlichen in Keilform beginnende und dann nach unten keilförmig vor- oder einspringend oder regelmäßig konvex oder konkav gekrümmt oder im Grenzfall durch eine Gerade abgeschlossene impulsbildende Elementen (2) ausgebildet sind, und andererseits aus einem am oberen Rand der filmstabilisierenden Elemente (1) angeschlossenen Kopfteil (3) bestehen, und daß der zur Grundfläche vertikale Schnitt des Kopfteles (3) aus der Hauptrichtung (4) des Flüssigkeitsstromes gesehen mit einem konstant oder gleichmäßig zunehmend gekrümmten konvexen Bogen beginnt, der sich dann bis zu dem filmstabilisierenden Element (1) keilförmig fortsetzt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Dicke des Kopfteles (3) nahezu gleich dem Abstand zwischen den filmbildenden Elementen (1) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die nebeneinander angeordneten filmbildenden Elemente (1) abwechselnd in der vertikalen Abmessung des Kopfteles (3) entsprechenden Abständen vertikal gegeneinander versetzt sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der an filmstabilisierenden Element (1) angeschlossene keilförmige Abschlußteil des Kopfteles (3) geringfügig konvex oder konkav ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die filmbildenden Elemente (1) mit ihren Kopfteilen (3) gemeinsam aus zwei gleichförmigen, aber nur an einer Seite mit impulsbildenden Elementen (2) versehenen, mit ihren Rückseiten gegeneinandergesetzten Teilen zusammengebaut sind und daß in diesem aus zwei Teilen zusammengestellten filmstabilisierenden Element (1) für das Strömen von Flüssigkeit oder Dampf geeignete Kanäle (5) ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das filmbildende Element (1) ein mit mechanischen und/oder thermischen Mitteln ausarbeitbarer steifer dünnwandiger Hohlkörper ist.

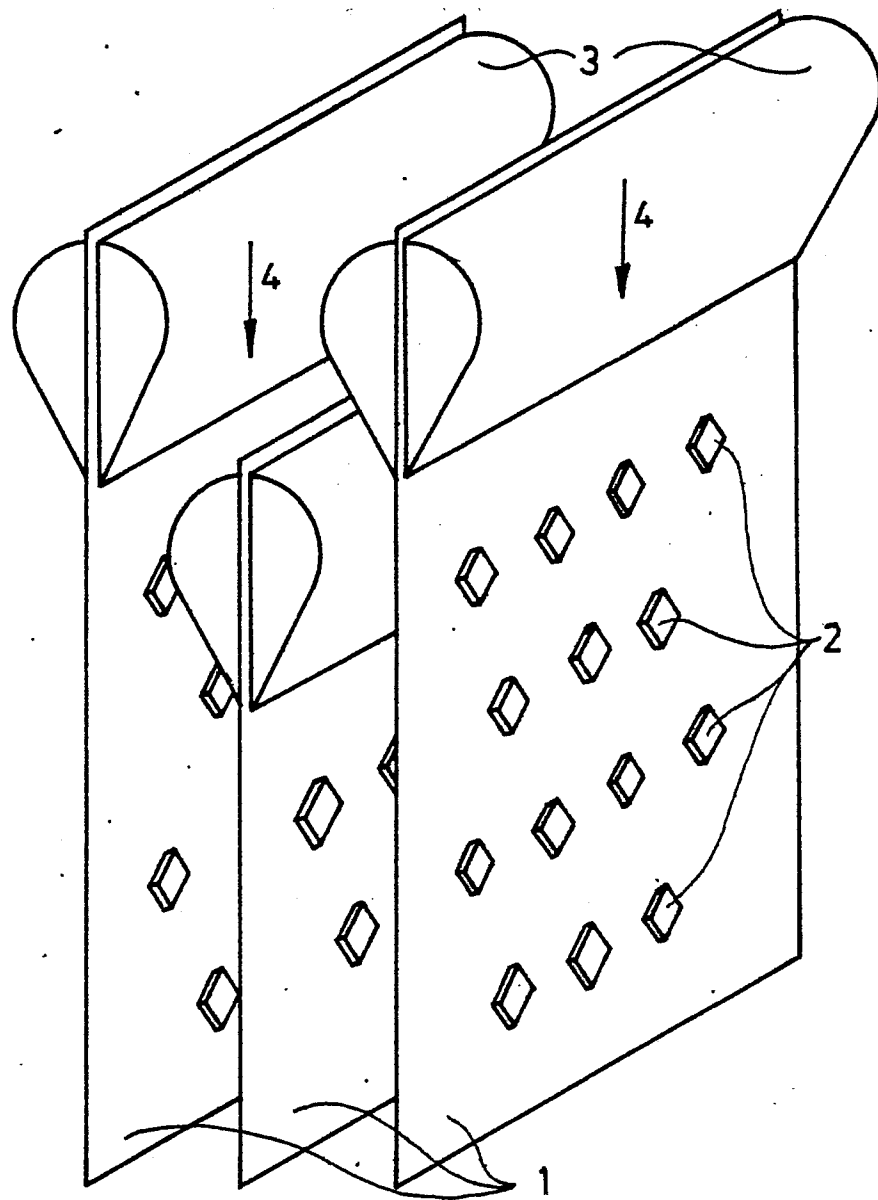


Fig.1



Fig.2



Fig.3



Fig.4



Fig.5



Fig.6

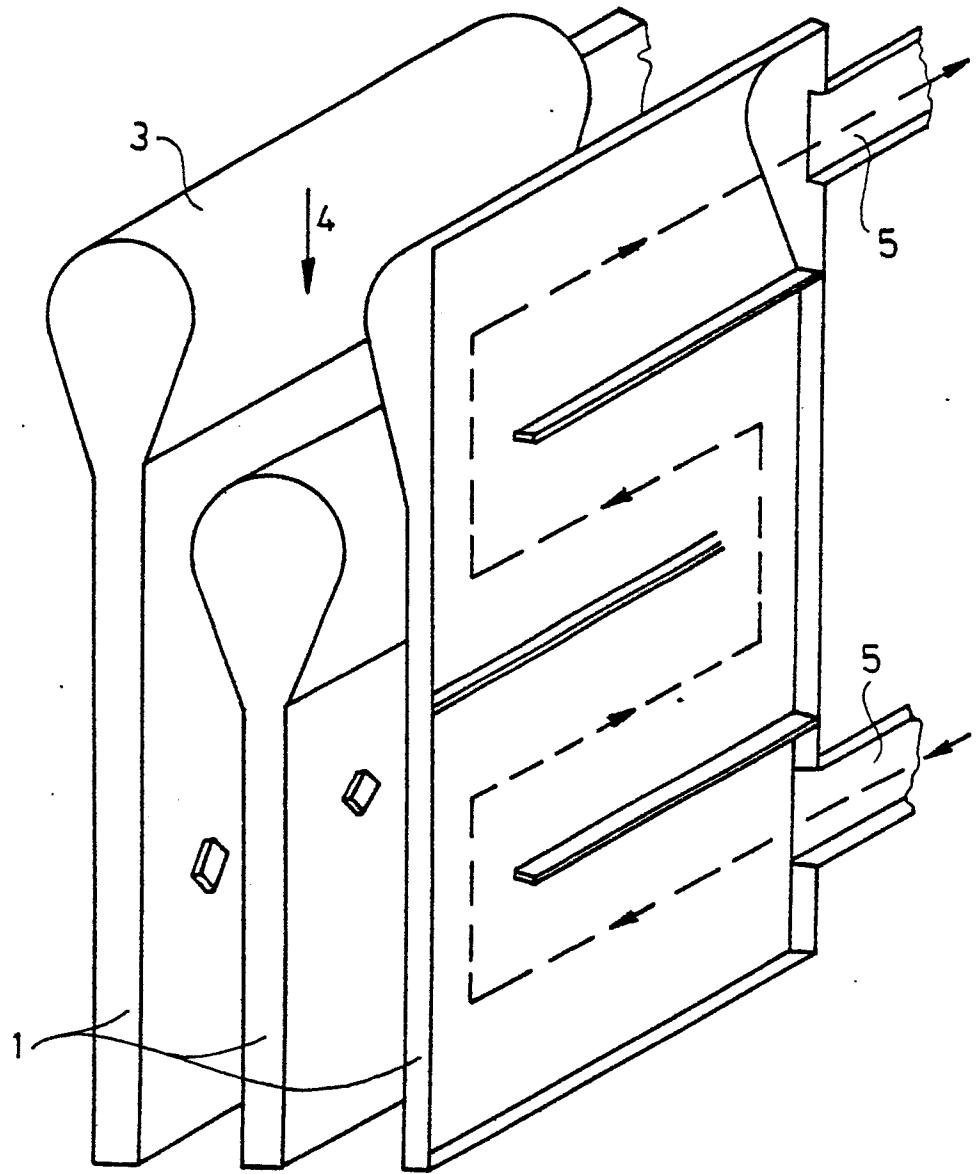


Fig. 7



EP 86 11 2410

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
A	DE-B-1 289 066 (H. THUMM) * Insgesamt *	1	B 01 D 53/18 F 28 F 25/08 F 28 D 3/00 F 28 D 5/02														
A	GB-A- 644 976 (G.J. WILLIAMSON) * Ansprüche 1-4; Figur *	1-4															
A	DE-A-2 527 143 (H. RING) * Ansprüche 1,2,7,11; Seiten 4-6; Figuren 1-2 *																
A	FR-A-2 459 437 (CEM COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE) * Seite 3; Figuren 1,3 *	1,5,6															
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)														
			B 01 D 53/00 F 28 D 3/00 F 28 D 5/00 F 28 F 25/00														
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30-03-1987	Prüfer POLESAK, H.F.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	